

MIKKO MALMIVUO

FCD-kelipilotti (FCD Road Weather Pilot)

LIIKKUVAN KELINSEURANTAJÄRJESTELMÄN KOKEILU - LOPPURAPORTTI



Mikko Malmivuo

FCD-kelipilotti

(FCD Road Weather Pilot)

Liikkuvan kelinseurantajärjestelmän kokeilu

Loppuraportti

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 46/2015

Liikennevirasto
Helsinki 2015

Kannen kuva: Pirjo Mäkelä

Verkkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-317-133-6

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Mikko Malmivuo: FCD-kelipilotti. Liikkuvan kelinseurantajärjestelmän kokeilu. Väkiraportti. Liikennevirasto, tieto-osasto. Helsinki 2015. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 46/2015. 38 sivua ja 1 liite. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-133-6.

Avainsanat: Keli, kitka, liikenneturvallisuus, liukkaus, mittauslaitteet, talvihoito

Tiivistelmä

FCD-kelipilotin tavoitteena on ollut testata ajoneuvojen ABS- ja ajovakaudenhallintajärjestelmien hyödyntämistä liukkaudentunnistuksessa. Edelleen projektin tavoitteena on ollut testata menetelmälle soveltuvaa käyttöliittymää sekä kerätä loppukäyttäjien kokemuksia tällaisesta palvelusta. Lopullisena tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa järjestelmän kilpailutus, mikäli järjestelmä osoittautuu toimivaksi.

Ensimmäisenä tutkimustalvena 2012–2013 projektissa kyettiin rakentamaan lähinnä pääkaupunkiseudun ympäristössä operoiva noin 150 ajoneuvon joukko (fleet), joihin saatiin asennettua FCD-ajoneuvolaitteet. Täysin itsenäisesti toimivat laitteet lukivat ajoneuvon CAN-väylää. Lisäksi laitteissa itsessään oli gps-paikannin, kello ja datan lähetysominaisuudet. Laitteet kykenivät siis lähettämään aikaan ja paikkaan sidottua tietoa ABS- ja ESC-järjestelmien aktivoitumisesta.

Myös talven 2012–2013 aikana valmistui ensimmäinen versio projektin käyttöliittymästä. Karttapohjalla toimiva käyttöliittymä esitti reaaliaikaisesti sen, missä ja milloin ajoneuvojen ABS- ja ESC-järjestelmät olivat aktivoituneet. Käyttöliittymässä kyettiin tarkastelemaan niin suurempia havaintojoukkoja, kuin yksittäisiä havaintoja.

Kun järjestelmä oli kevättalvella 2013 saatu käyntiin, valittiin joukko potentiaalisia loppukäyttäjiä järjestelmän koekäyttäjiksi. Yhteensä 10 koekäyttäjää koostuivat pääosin liikenne- ja keli-keskusten päivystäjistä. Kun koekäyttäjät haastateltiin kokeilujakson jälkeen, joka toinen koekäyttäjä piti erittäin todennäköisenä sitä, että olisivat jatkaneet palvelun käyttämistä, jos se olisi koekäyttäjän jälkeen ollut mahdollista. Palautetta voi pitää varsin myönteisenä, kun muistetaan, ettei järjestelmä ollut koekäytön aikana vielä täysin valmis.

Järjestelmän liukkaudentunnistuksen tarkkuutta on pyritty selvittämään erillisin kitkamittauksin kevättalven 2013 sekä talvikausien 2013–2014 ja 2014–2015 aikana. Näiden mittausten perusteella pystyttiin osoittamaan, että ABS-järjestelmien aktivoituminen korreloi erittäin hyvin liukkauden kanssa. ABS-havaintojen ongelma oli kuitenkin siinä, että niitä syntyi lähinnä pienissä nopeuksissa risteyksissä ja liittymissä, eli toisin sanoen tilanteissa, joissa ajoneuvoa yleensä jarrutetaan. ABS-havaintojen perusteella ei kuitenkaan juuri saatu tietoa pidempien linjaosuuksien liukkaudesta. ESC-havaintojen etuna oli, että ESC-havaintoja saatiin laajemmilta alueilta, mutta valitettavasti lähinnä kiihdytystilanteissa. Koska sekä ABS:ää että ESC:tä hyödyntämällä ei saatu riittävästi tietoa tasanopeudella ajettavien linjaosuuksien liukkaudesta, järjestelmää ei pidetty kyllin toimivana, jotta sitä kannattaisi kilpailuttaa.

Vaikka mittausmenetelmän laatu ei osoittautunut riittäväksi, projektissa pystyttiin laaja-alaisesti testaamaan ja hahmottamaan nykyaikaisen liikkuvan kelinseurantajärjestelmän toimivuutta ja vaikuttavuutta tiedon tuottamisen, keräämisen ja jakamisen kautta aina loppukäyttöön asti. Projektin tuloksena Liikennevirasto sai tarvittavat määritykset mahdolliseen palvelutuotannon hankintaan. Keskeisintä projektissa oli, että kyettiin luomaan toimiva mittausprosessi sekä käyttöliittymä havaintojen tarkasteluun.

Mikko Malmivuo: FCD-väglagspilotprojekt. Försök med mobilt väglagsuppföljningssystem. Mellanrapport. Trafikverket, informationsavdelningen. Helsingfors 2015. Trafikverkets undersökningar och utredningar 46/2015. 38 sidor och en bilaga. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-133-6.

Nyckelord: Väglag, friktion, trafiksäkerhet, halka, mätanordning, vinterunderhåll

Sammanfattning

Syftet med FCD-väglagspilotprojektet var att testa hur man kan utnyttja fordons ABS- och körstabilitetssystem för att identifiera halka. Ett annat syfte med projektet var att testa ett användargränssnitt som lämpar sig för metoden samt att samla in slutanvändarnas erfarenheter av en dylik tjänst. Det slutliga målet var att planera och genomföra en konkurrensutsättning av systemet, om systemet visar sig fungera.

Under den första undersökningsvintern 2012-2013 fick man inom projektet ihop en grupp på cirka 150 fordon, främst inom huvudstadsregionen, som försågs med FCD-fordonsanordningar. De helt självständigt fungerande anordningarna avläste fordonets CAN-nätverk. Dessutom fanns det i själva anordningarna en gps-lokaliserare, en klocka och egenskaper för sändning av data. Anordningarna kunde alltså sända uppgifter om att ABS- och ESC-systemen hade aktiverats oberoende av platsen och tidpunkten.

Under vintern 2012-2013 färdigställdes också den första versionen av projektets användargränssnitt. Användargränssnittet, som fungerade på kartunderlag, visade i realtid var och när fordonens ABS- och ESC-system hade aktiverats. Via användargränssnittet kunde man följa med såväl större grupper av observationer som enskilda observationer.

När systemet hade fått i gång på vårvintern 2013, valde man en grupp potentiella slutanvändare för att testa systemet. Testanvändarna uppgick till totalt 10 personer och de bestod främst av jourhavande vid trafik- och väglagscentralerna. När testanvändarna intervjuades efter testperioden ansåg varannan att de mycket sannolikt hade fortsatt att använda tjänsten om det hade varit möjligt. Responsen kan anses vara mycket positiv, när man beaktar att systemet inte var helt färdigt under testanvändningen.

Man har försökt ta reda på hur noggrant systemet identifierar halka med hjälp av olika friktionsmätningar under vårvintern 2013 samt vintrarna 2013-2014 och 2014-2015. På basis av mätningarna kunde man påvisa att aktiveringen av ABS-systemen korrelerar mycket väl med halka. Problemet med ABS-observationerna ligger ändå däri att de uppstår främst vid låga hastigheter i korsningar och anslutningar, med andra ord i situationer där man bromsar fordonet. På basis av ABS-observationerna fick man just inga uppgifter om halka på längre linjesträckor. Fördelen med ESC-observationerna var att man fick dem från större områden, men tyvärr främst i accelerationssituationer. Eftersom man genom att utnyttja både ABS och ESC inte fick tillräckligt med uppgifter om halka på linjesträckor vid jämn hastighet, ansåg man att systemet inte fungerade tillräckligt väl för att det skulle löna sig att konkurrensutsätta det.

Även om kvaliteten hos mätmetoden inte visade sig vara tillräcklig, kunde man i projektet på ett omfattande sätt testa och få en bild av hur ett modernt, mobilt väglagsuppföljningssystem fungerar i fråga om att producera, samla in och dela information ända fram till slutanvändningen. Som ett resultat av projektet fick Trafikverket nödvändiga specifikationer med tanke på en eventuell upphandling av tjänsteproduktionen. Det mest centrala i projektet var att man lyckades skapa en fungerande mätprocess och ett användargränssnitt för att undersöka observationerna.

Mikko Malmivuo: FCD road weather pilot. Testing of system for mobile road weather monitoring. Intermediate report. Finnish Transport Agency, Information Department. Helsinki 2015. Research reports of the Finnish Transport Agency 46/2015. 38 pages and 1 appendix. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-133-6.

Key words: road weather, friction, traffic safety, measuring devices, winter maintenance

Summary

The aim of the FCD road weather pilot was to test the possibility of utilizing ABS and electrical stability control systems for slipperiness detection. Furthermore, the objective was to test a user interface suitable for the method and to gather feedback from the end users on this type of service. Finally, the aim was to plan and implement competitive tendering of the system, depending on how effective it proved to be.

During the first winter of research 2012–2013, a fleet of about 150 vehicles operating mostly in the Helsinki region was mobilized, and FCD vehicle devices were installed in these. The totally autonomic devices were able to read the CAN bus of the vehicles. In addition, the characteristics included a GPS device, a clock and properties for data transmission. Thus, the devices were able to transmit data on ABS and ESC system activations according to time and location.

The first version of the user interface was completed in winter 2012–2013. The map-based user interface gave real-time indications of where and when the ABS and ESC systems of the vehicles had been activated. The user interface enabled examinations of both group and individual observations.

When the system was up and running in early spring 2013, a group of potential end users was selected to test the system. Most of the ten test users were traffic operators or road weather duty officers. At the post-test interview, half of the test users found it extremely likely that they would have continued to use the service after the test period. The feedback can be considered very positive, bearing in mind that the system had not yet been completed during the test period.

The degree of accuracy of the slipperiness detection system has been studied by means of separate friction measurements in early spring 2013 and in the winters of 2013–2014 and 2014–2015. These measurements showed that the activation of the ABS systems correlates very well with the slipperiness. However, the problem with the ABS observations was that they were mostly obtained at low speeds in intersections, ie in situations when the brakes of the vehicle are normally used. There is hardly any slipperiness data based on ABS observations from longer road sections. The advantage of the ESC observations was that these were obtained from a wider area, but unfortunately mostly in acceleration situations. Since the slipperiness data obtained from the ABS and ESC observations on road sections at a steady speed could not be considered sufficient, the system will not be put out to tender.

Although the quality of this measurement method turned out to be insufficient, the achievements of the pilot are indisputable. The pilot enabled extensive testing of the functionality and effectiveness of modern mobile road weather monitoring in terms of producing, collecting and sharing the data up until the end use. As a result of the project, the Finnish Transport Agency obtained the specifications required for possible service procurement. Most importantly, the project managed to create a well-functioning measuring process and a user interface for examining the observations.

Esipuhe

Tämä raportti kuvaa FCD-kelipilotin nimellä tunnettua hanketta ja sen keskeisimpiä tuloksia. FCD-kelipilotissa on selvitetty ns. ajoneuvon omien tietolähteiden (ABS ja ajovakauden hallinta) hyödyntämistä liukkaudentunnistuksessa.

Projektin toteuttaneen konsortion vetämisestä vastasi Jouni Sintonen TeliaSoneralta. Raportista, loppukäyttäjien haastatteluista sekä projektin laadunvarmistuksesta on vastannut DI Mikko Malmivuo Innomikko Oy:stä. Projektin ajoneuvopäätelaitteista ovat vastanneet Matti Lankinen ja Eero Aaltonen Indagon Oy:stä. Projektin käyttöliittymästä ovat vastanneet Juha Laakso ja Esa Östring Infotripla Oy:stä. Liikenneviraston asiantuntijoina ovat toimineet Kari Hiltunen ja Esko Hätälä. Lisäksi Itella, Lassila-Tikanoja ja Pohjolan Liikenne ovat antaneet mahdollisuuden käyttää heidän ajoneuvokalustoaan projektissa hyväksi. Itellan Pekka Koskinen on osallistunut myös projektin johtoryhmätyöhön.

Helsingissä elokuussa 2015

Liikennevirasto
Tieto-osasto

Sisällysluettelo

1	TAUSTA JA TAVOITE.....	8
1.1	Tausta.....	8
1.2	Tavoite.....	9
2	TIEDONKERÄYS.....	10
2.1	Menetelmä.....	10
2.2	Seurannassa olleet ajoneuvot.....	10
2.3	Pilottialue.....	11
3	KÄYTTÖLIITTYMÄ.....	12
4	LOPPUKÄYTTÄJIEN KOKEMUKSET.....	14
4.1	Käytön yleisyys ja hyödyntäminen.....	14
4.2	Pilotin luotettavuus ja parannusehdotukset.....	15
5	LIUKKAUDEN TUNNISTUKSEN TARKKUUS.....	16
5.1	Kevättalven 2013 testit.....	16
5.1.1	Ensimmäiset analyysit.....	16
5.2	Talvikauden 2013-2014 testit.....	18
5.3	Talvikauden 2014-2015 testit.....	18
6	FLEETIN KOKO.....	23
6.1	Fleetin koon tarkastelua pilotissa.....	23
6.2	Arvio tuotantovaiheen fleetin koosta.....	24
7	JÄRJESTELMÄN TOIMIVUUSVAATIMUKSET.....	25
7.1	Tarkkuusvaatimukset.....	25
7.2	Muut toimivuusvaatimukset.....	25
7.2.1	Ajallinen kattavuus.....	25
7.2.2	Fleetin koko.....	25
7.2.3	Fleetin maantieteellinen kattavuus.....	26
7.2.4	Päivitystiheys ja viiveet.....	26
7.2.5	Tiedon tallettaminen.....	26
7.2.6	Käyttöliittymä.....	26
7.2.7	Vikatilanteet.....	27
7.2.8	Help Desk.....	27
8	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	28
	LÄHTEET.....	31
	LIITTEET	
	Liite 1 Pitkä englanninkielinen tiivistelmä	

1 Tausta ja tavoite

1.1 Tausta

Suomessa talvihoidon ohjaus perustuu pitkälle tiesääasemien, kelikameroiden, satelliitti- ja tutkakuvien sekä sääennusteiden perusteella luotuun kuvaan liukkaudentorjunnan ja aurauksen tarpeesta tieverkolla. Tiesääasemien ja kelikameroiden puutteena on kuitenkin se, että tieto on varsin pistemäistä, eikä kerro olosuhteista havaintopisteiden välillä. Säätielähteet ovat kattavia, mutta kuvaavat usein huonosti tien pinnan keliä. Näiden lähteiden tueksi tarvitaan usein tien päällä tehtävää liikkuvaa kelinseurantaa. Liikkuvan kelinseurannan ongelma on kuitenkin siinä, että kattavan havaintopistemäärään ylläpitäminen on huomattavan kallista, mikäli kelinseurantaa varten on palkattava erikseen ihmisiä, jotka kiertävät tiestöllä yksinomaan keliä seuraamassa. Suomessa tienpitäjä onkin ollut pitkään kiinnostunut järjestelmästä, jossa tiestöllä muilla asioillaan liikkuvat tienkäyttäjät voisivat antaa oman toimensa ohella mahdollisimman puolueettomasti, kattavasti ja edullisesti tietoa tiestön tilasta.

Tällaisia aiempia hankkeita ovat Suomessa olleet ainakin mm. seuraavat:

- Anssi Lampinen Engineering kehitti vuosituhaten vaihteessa mekaanisen kitkanmittausjärjestelmän, jota testattiin kahdessa linjaliikenneajoneuvossa. Järjestelmän oli määrä välittää kelikeskuksille tietoa tien pinnan kitkasta täysin autonomisesti ilman, että linja-auton kuljettajan tarvitsi mitenkään puuttua laitteen toimintaan. Käytännössä mekaanisen järjestelmän huoltotarve oli kuitenkin liian suuri tällaiseen toimintaan (Malmivuo ym. 2004).
- VTT on yrittänyt vuodesta 2005 lähtien selvittää ns. RASTU-hankkeessa mahdollisuutta saada liukkaustietoa ulos raskaiden ajoneuvojen CAN-väylästä. Menetelmän ajatuksena on verrata raskaan ajoneuvon vetävien pyörien nopeutta ei-vetävien pyöriin moottoritehoon suhteutettuna. Menetelmän tarkkuudesta ei ole kuitenkaan vielä tietoa.
- Liikennevirasto käynnisti vuonna 2008 hankkeen, jossa se tutki paljon ajavien tienkäyttäjien hyödyntämistä kelinseurannassa. Hankkeen ajatuksena oli, että kokeiluun valitut tienkäyttäjät saivat käyttöönsä erityisen päätelaitteen, jonka avulla he saattoivat helposti lähettää tietoa tienpinnan poikkeavista keliolosuhteista. Hankkeesta tehdyn selvityksen mukaan annettu palaute ei ollut kyllin tarkkaa ja objektiivista esim. talvihoidon ohjauksen tai laadunvalvonnan tarpeisiin (Malmivuo 2010). Järjestelmää käytetään kuitenkin hyödyksi asiakaspalautteen antamiseen Pirkanmaan alueella.

Tässä raportissa kuvatussa FCD-kelipilotissa testattiin ajoneuvon ABS- ja ajovakaudenhallintajärjestelmien hyödyntämistä liukkaudentunnistuksessa. Teorian mukaisesti ABS- ja ajovakaudenhallinta aktivoituvat useimmin siellä, missä on liukasta. Koska nämä järjestelmät ovat ajoneuvojen omia olemassa olevia järjestelmiä, ei liukkaudentunnistukseen tarvittaisi mitään kallista uutta anturointia. Lisäksi järjestelmät ovat itsessään toimintavarmoja, eikä näiden järjestelmien toiminnan seuraaminen häiritse kuljettajaa millään tavoin. Pienet yksikkökustannukset taas mahdollistavat suuren ajoneuvofleetin hyväksikäytön. Projektin lyhenne "FCD" tulee sanayhdistelmästä "Floating Car Data".

1.2 Tavoite

Tutkimuksen tavoitteena oli:

- testata ABS- ja ajovakaudenhallintajärjestelmien hyödyntämistä liukkaudentunnistuksessa
- testata em. menetelmiin pohjautuvalle liukkaudentunnistusjärjestelmälle sopivaa käyttöliittymää
- kerätä koekäyttäjinä toimivien loppukäyttäjien kokemuksia ja näkemyksiä em. palvelusta
- suunnitella järjestelmän kilpailutus, mikäli järjestelmä osoittautuu toimivaksi

2 Tiedonkeräys

2.1 Menetelmä

FCD-kelipilotin liukkaudentunnistus perustui siihen, että erillisellä laitteella luettiin seurannassa olevan ajoneuvon tietoväylää (FMS-väylää). Näistä laitteista ja niiden ohjelmoinnista ja asennuksesta vastasi projektissa Indagon Oy. Tietoväylästä pyrittiin lukemaan tietoa, joka parhaiten korreloi liukkauden kanssa. Lähtökohtaisesti tämän tiedon katsottiin olevan ABS-jarrujen ja ajovakaudenhallintajärjestelmien aktivoitumiseen liittyvää tietoa.

FCD-ajoneuvolaitteen ominaisuuksia olivat:

- laite sisälsi GPS-anturin ja pystyi siten tallentamaan jatkuvaa aikaa ja paikkaan sidottua tietoa ajoneuvon liikkeistä
- laite sisälsi langattoman tietoliikenneyhteyden ja pystyi siten välittämään reaaliaikaisesti keräämäänsä tietoa
- laite luki FMS-väylässä liikkuvaa tietoa, siten kun laite oli ohjelmoitu
- laitetta voitiin ohjelmoida etäyhteyden kautta
- laite toimi täysin itsenäisesti ja autonomisesti, täysin ajoneuvon kuljettajan toiminnasta riippumattomana

Menetelmäkehityksen suurimmat haasteet liittyivät itse tietoväylään:

- vain pieni osa ajoneuvovalmistajista oli valmiita avaamaan kylliksi tietoväylän sisältöä
- ajoneuvovalmistajien edustajilla ei ollut täysin tarkkaa kuvaa siitä, mikä FMS-väylän tieto korreloisi liukkauden kanssa

Näistä haasteista ensimmäinen hidasti tavoitteena olleen ajoneuvofleetin (150 ajoneuvoa) rakentamista, mutta ei kuitenkaan sitä estänyt. Jälkimmäinen haaste vaikeutti erityisesti ajovakaudenhallintajärjestelmien sisältämän tiedon hyödyntämistä.

2.2 Seurannassa olleet ajoneuvot

Jotta tietty ajoneuvo saatiin seurantaan mukaan, siihen oli fyysisesti asennettava luvussa 2.1 mainittu FCD-ajoneuvolaite. Asennukset tuli sovittaa aktiivisesti käytetyn kaluston huolto- ja liikennöintiinohjelmaan.

Projektin tavoitteena oli 150 ajoneuvon fleetin rakentaminen. Noin 120 ajoneuvon kokoinen, lähinnä Itellan ja Lassila-tikanojan ajoneuvoista koostuva fleet saatiin asennusvalmiiksi kevättalvella 2013. Kesäkuussa 2013 fleettiin lisättiin vielä n. 20 Pohjo-lan Liikenteen linja-autoa (taulukko 1 ja kuva 1).

Taulukko 1. FCD-kelipilotin ajoneuvofleetin rakenne

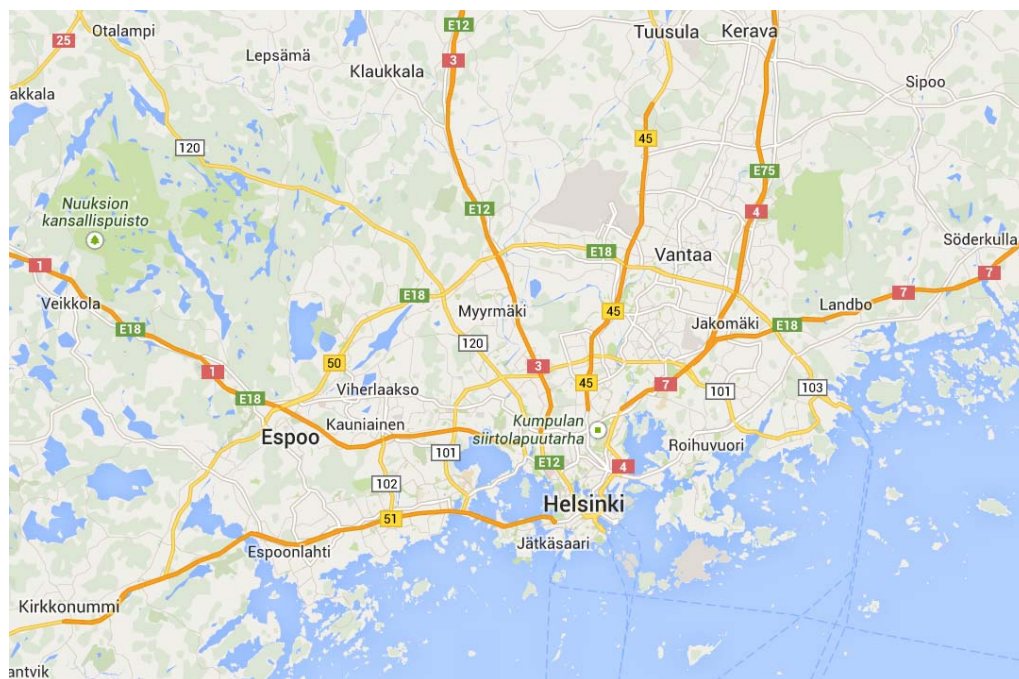
Yritys	Ajoneuvo	Lkm
Itella	Mercedes-Benz Sprinter	33
	Volkswagen Crafter	14
Lassila-Tikanoja	Scania	84
Pohjolan liikenne		19
Yhteensä		150



Kuva 1. Ajoneuvofleet muodostui raskaista pakettiautoista, kevyistä kuorma-autoista ja linja-autoista.

2.3 Pilottialue

Pilotin ajoneuvot liikkuvat ajoittain varsin laajalla alueella Etelä-Suomessa. Suurin osa ajosuoritteesta syntyi kuitenkin pääkaupunkiseudun alueella (kuva alla).



Kuva 2. Alue, jolla pääosa fleetin liikennesuoritteesta syntyi.

3 Käyttöliittymä

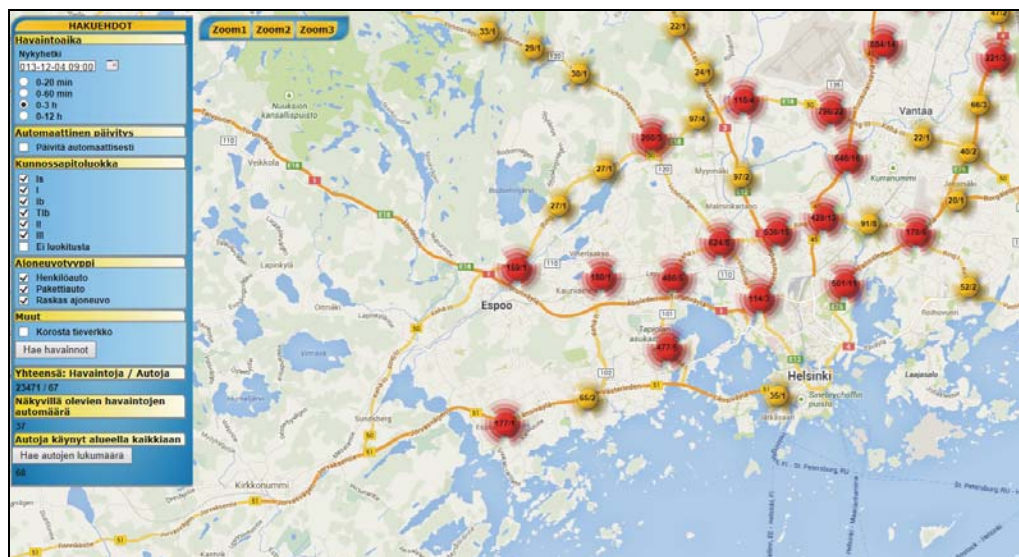
Pilotin käyttöliittymän toteutuksesta vastasi Infotripla Oy. Käyttöliittymän tavoitteena oli mahdollisimman selkeästi esittää karttapohjalla ajoneuvoilta tulleiden ABS- ja ajovakaudenhallintajärjestelmien aktivoitumistiedot (paikka- ja aika). Käyttöliittymän tuli välittää hyvää yleiskuva havainnoista, mutta toisaalta yksittäisiä havaintoja oli pystyttävä tarkastelemaan myös yksityiskohtaisemmin (kuva 3). Käytännössä tämä toteutettiin siten, laajan kartta-alueen havaintokeskittymiä klikkaamalla päästiin suppeamman kartta-alueen havaintokeskittymiin. Klikkauksia jatkamalla päästiin aina yksittäisen havainnon tietoihin asti (kuva 4). Käyttöliittymä julkaistiin ensimmäisen kerran vuosien 2012–2013 vaihteessa. Loppukäyttäjiltä kerätyn palautteen perusteella käyttöliittymää kehitettiin syksyllä 2013 ja parannettu versio julkaistiin marraskuussa 2013.

Ensimmäisen version ominaisuuksia olivat:

- mahdollisuus valita tarkastelun aikaikkuna (minkä aikavälin havaintoja tarkastellaan, esim. 0–20 min tai 0–60 min))
- mahdollisuus rajata havainnot tiettyyn kunnossapito- tai ajoneuvoluokkaan
- 3 eri zoomaustasoa
- havaintojen ja autojen kokonaismäärä aikaikkunassa
- tieto havaintoryppään havaintojen ja autojen kokonaismäärästä

Toisessa versiossa ominaisuuksiin lisättiin mm:

- käyttöliittymän automaattinen päivittyminen
- näkyvillä olevien havaintojen automäärän ilmoittaminen
- tarkastelualueella käyneiden ajoneuvojen lukumäärän ilmoittaminen



Kuva 3. FCD-kelipilotin käyttöliittymä.



Kuva 4. FDC-kelipilotin käyttöliittymä. Siirtyminen laajalta kartta-alueelta suppeammalle alueelle ja aina yksittäisiin havaintoihin ja näiden tietoihin asti.

4 Loppukäyttäjien kokemukset

FCD.kelipilotin sidosryhmien kautta valittiin helmikuussa 2013 yhteensä 10 loppukäyttäjää edustanutta koekäyttäjää. Koekäyttäjät valittiin seuraavasti:

- 3 henkilöä Suomen kelitieto Oy, kelipäivystys
- 3 henkilöä YIT kelipäivystys
- 2 henkilöä Destia, Kumpulan kelikeskuksen kelipäivystys
- 1 henkilö Liikennevirasto liikennepäivystys
- 1 henkilö Uudenmaan ELY-keskus aluevastaava

Koekäyttäjille annettiin ohjeet FCD-kelipilotin käyttöliittymän käyttöön ja kerrottiin, että heidät tullaan haastattelemaan huhtikuun 2013 aikana.

Huhtikuussa koekäyttäjille esitettiin kysymyksiä mm. palvelun käyttömääristä, käyttötilanteista ja hyödyntämistavoista. Ennen kaikkea haastattelun perusteella kerättiin käyttökokemuksia ja parannusehdotuksia.

4.1 Käytön yleisyys ja hyödyntäminen

Puolet koekäyttäjistä kertoi käyttäneensä palvelua vain testimielessä, mutta puolet oli hyödyntänyt palvelua testien lisäksi myös akuuteissa keli-tilanteissa (taulukko 2).

	Vastaajien lkm
Vain testikäyttöä	5
Testikäytön lisäksi todellista käyttöä 1-5 kertaa	3
Testikäytön lisäksi todellista käyttöä 6-10 kertaa	2
Yhteensä	10

Tällaisiksi todellisiksi tilanteiksi mainittiin kelinmuutostilanteet (3 kertaa), pakkasliukkaustilanteet (2 kertaa) ja tilanteet "kun muuten epäili liukkautta (1 kerta).

Hyödyntämisen osalta painotettiin, että jos kunnossapitotarpeeseen herätään siinä vaiheessa kun FCD-kelipilotti osoittaa liukkautta, ollaan auttamattomasti myöhässä. FCD-kelipilotin käyttö oli siten enemmän toimenpiteiden onnistumisen varmistelua.

4.2 Pilotin luotettavuus ja parannusehdotukset

Suurin osa koekäyttäjistä ei kyennyt arvioimaan lainkaan FCD-kelipilotin havaintojen luotettavuutta, mutta vastaajista 2 uskoi havaintojen korreloivan jossain määrin muiden liukkaushavaintojen kanssa.

Parannusehdotuksia annettiin runsaasti. Keskeisimmät yleisen tason parannusehdotukset olivat:

- Yöajan havaintoja tarvitaan lisää mukaan (päiväsaikaan saa muutenkin tienkäyttäjiltä paremmin palautetta)
- tarvetta on mahdollisimman reaaliaikaiseen tietoon (aikaikkuna 0–10 minuuttia on tärkeä)
- Kevyempää kalustoa olisi hyvä myös saada mukaan
- Kuljettajan omasta toiminnasta syntyneet havainnot olisi hyvä saada suodatettua pois

Parannusehdotusten lisäksi FCD-kelipilotti sai osakseen myös runsaasti kiitosta. Yhdeksän kymmenestä käyttäjästä piti pilotin käyttöliittymää helppona ja loogisena. Yhden käyttäjän mielestä liittymän käyttö vaatisi pidempää totuttelua. Hänellekin tuntui peruskäyttö olevan helppoa, mutta tavoitteet järjestelmän hyödyntämiseksi selvästi korkeammalla.

Yleisesti ottaen kaikki haastatellut tuntuivat suhtautuvan palveluun varsin rakentavasti ja näkivät palvelussa selkeää potentiaalia. Suurin osa olisi ollut valmis jatkaa palvelun käyttöä myöhemmin, mikäli se olisi mahdollista (taulukko 3).

Taulukko 3. Koekäyttäjien kiinnostus FCD-kelipilotin kaltaista palvelua kohtaan jatkossa

Käyttäisitkö palvelua jatkossa, jos se olisi nykyisenlaisena käytettävissä?	Vastaajien lkm
Todennäköisesti kyllä	5
Ehkä joskus/ satunnaisesti	3
Vain jos palvelua kehitetään	2
Yhteensä	10

5 Liukkauden tunnistuksen tarkkuus

5.1 Kevättalven 2013 testit

5.1.1 Ensimmäiset analyysit

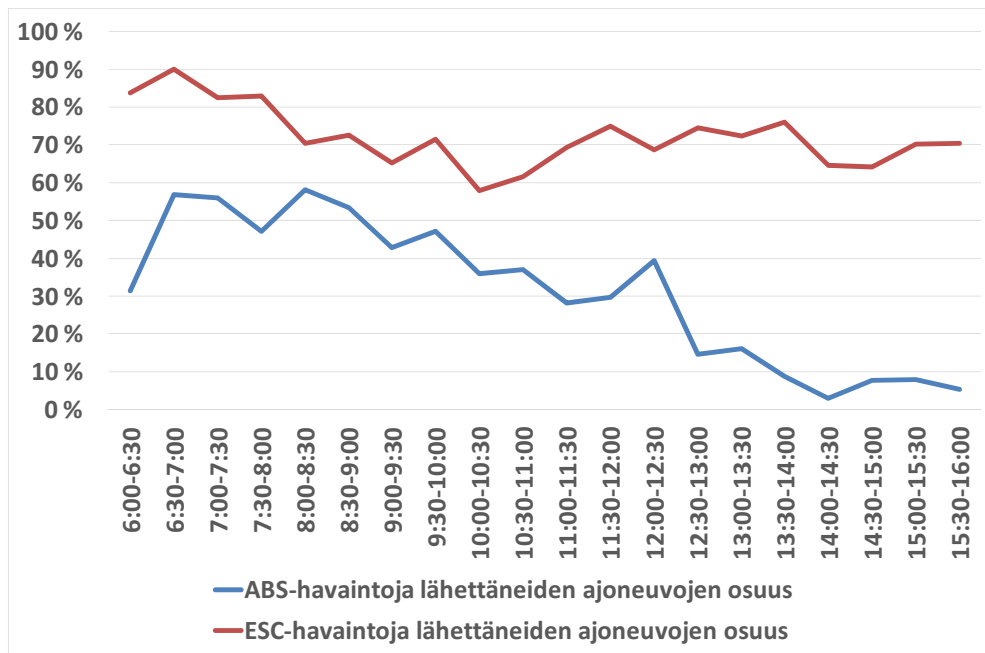
Ensimmäiset analyysit suoritettiin pian järjestelmän valmistuttua kevättalvella 2013. Analyysit suoritettiin siten, että kitkamittareilla (optinen kitkamittari ja jarrutus-kitkamittari) varustetulla ajoneuvolla liikuttiin niillä alueilla joilta tuli runsaimmin havaintoja.

Jarrutuskitkamittaria pidetään mittareista tarkempana, mutta koska mittaustapa edellyttää voimakasta jarruttamista suoralla ja tasaisella tieosuudella, oli mittarin käyttö pääkaupunkiseudun ruuhkaisilla pääväylillä ja mutkaisilla pikkukaduilla melko rajoitettua. Optinen kitkamittari pystyy sen sijaan antamaan jatkuvaa kitkatietoa kaikenlaisissa olosuhteissa. Koska FCD-kelipilotin tavoitteena ei ole selvittää tien pinnan kitkakerrointa sadasosan tarkkuudella, riittää optisen kitkamittarin tarkkuus ($n. \pm 0.05 \dots 0.10$) hyvin projektin vaatimuksiin. Jarrutuskitkamittaria käytettiin ns. Liikenneviraston kitkaskaalalla. Optinen kitkamittari käytti taas fysikaalista kitkaskaalaa. Skaalojen erot ja kitkatason tulkinnot on esitetty taulukossa 4. Kelikuvaukset on esitetty Liikenneviraston talvihoidon toimintalinjojen yhteydessä. Koska viraston korkeamman kunnossapitoluokan (mm. moottoritiet) kitkavaatimus on 0,30, voidaan taulukosta 4 poiketen tulkita myös alle 0,30:n kitkatasot liukkaiksi keleiksi.

Taulukko 4. Liikenneviraston kitkaskaala sekä viraston toimintalinjojen mukainen skaalan kuvaus. Taulukossa myös vastaavat fysikaalisen kitkan (RCM411) arvot.

Liikenneviraston kitkaskaala ja kuvaus			fysikaalinen kitka (RCM)
Kitka	Keli	Kuvaus	
0,00-0,14	Pääkallokeli, märkä jää	Erittäin liukas	0,00-0,20
0,15-0,19	Jäinen	Liukas	0,21-0,25
0,20-0,24	Sileä polanne	Tyydyttävä talvikeli	0,26-0,31
0,25-0,29	Pitävä jää- ja lumipolanne	Hyvä talvikeli	0,32-0,37
0,30-0,44	Paljas ja märkä	Pitävä keli	0,38-0,59
0,45-1,00	Paljas ja kuiva	Pitävä keli	0,60-1,00

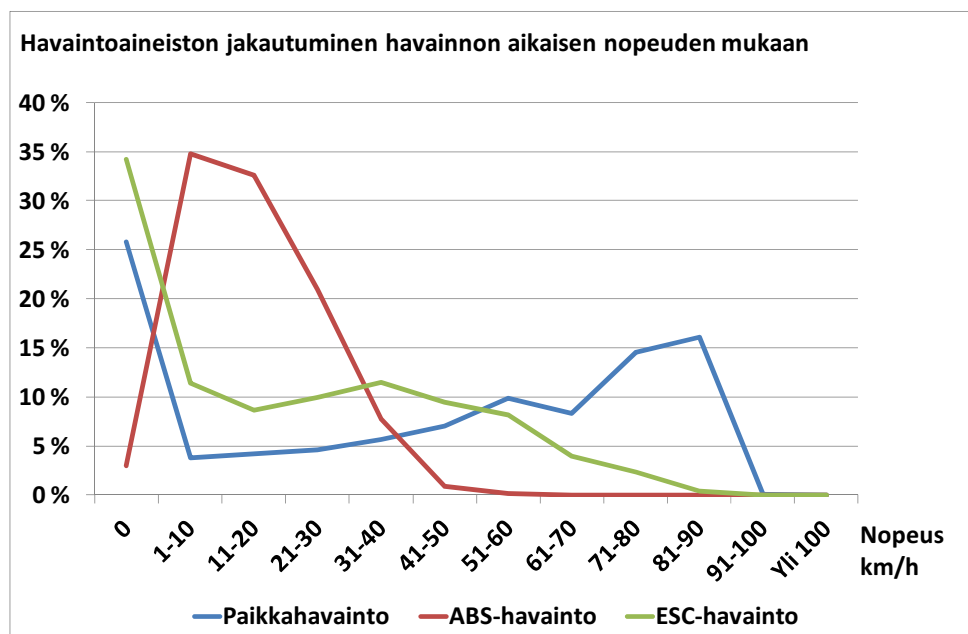
Mielenkiintoisin seuranta osui keskiviikkoon 13.3.2013. Tällöin tiet olivat kehä III:n ja Tuusulanväylän risteyksen lähistöllä erityisen liukkaita. Keli muuttui kuitenkin päivän aikana radikaalisti niin, että lämpötilan noustua tien pinnat sulivat ja iltapäivällä keli oli jo huomattavan pitävä, lähes kesäkelin oloinen. Kuvasta 5 voidaan nähdä, että ABS-havaintoja lähettäneiden ajoneuvojen osuus noudattaa varsin tarkasti sitä käsitystä, mitä kitkamittausten mukaan kelistä saatiin. Sen sijaan ESC-havaintojen osuus vaikuttaa pysyvän varsin korkealla tasolla vielä iltapäivän pitävilläkin keleillä.



Kuva 5. ABS- ja ESC-havaintoja lähettäneiden ajoneuvojen osuus 13.3.2015.

Päivän aineiston tarkempi analyysi osoitti, että sekä ABS- että ESC-havainnot syntyivät kohtalaisen matalissa nopeuksissa. Kuvasta 6 voidaan päätellä, että

- ABS-havainnot tulivat pääosin nopeuksista 0–50 km/h
- ESC-havaintoja (vakaudenhallinta- tai luistonestohavaintoja) tuli tasaisemmin eri nopeusalueilta, muttei juuri yli 80 km/h nopeuksista
- paikkahavaintoja (mikä tahansa havainto) tuli eniten 0 km/h nopeudesta ja yli 70 km/h nopeudesta



Kuva 6. Erityyppisten havaintojen jakautuminen havainnon nopeusalueen mukaan 13.3.2013. Paikkahavainnolla tarkoitetaan mitä tahansa havaintoa (ABS, ESC tai ”tyhjä” havainto). Yhtä havaintotyyppiä kuvaavan käyrän arvojen summa on aina 100 %.

Koska ABS-havaintojen katsottiin tuovan tietoa vain risteysten ja vastaavien jarrutuskohtien liukkaudesta, päätettiin seuraavina talvikausina selvittää tarkemmin ESC-havaintoihin liittyviä mahdollisuuksia.

5.2 Talvikauden 2013-2014 testit

Kesällä 2013 yritettiin selvittää aktiivisesti yhdessä ajoneuvovalmistajien kanssa sitä, edustaisiko joku toinen ajoneuvon CAN-väylässä oleva ESC-tieto paremmin haluttua ESC-suuretta. Keskustelujen jälkeen päädyttiin siihen, että talvella 2013–2014 tutkittiin ESC:n osalta eri muuttujaa kuin edellisenä talvena.

Talvikauden 2013–2014 testit päätettiin suorittaa yksittäisten FCD-ajoneuvojen seurantoina. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että yksittäistä FCD-ajoneuvoa seurattiin jarrutuskitkamittarilla ja optisella kitkamittarilla varustetulla ajoneuvolla normaalin liikenteen seassa. Kustakin seurannasta sovittiin erikseen niin, että FCD-ajoneuvon kuljettaja oli tietoinen seurannasta. Kuljettajia kuitenkin ohjeistettiin ajamaan perässä tulevasta ajoneuvosta välittämättä.

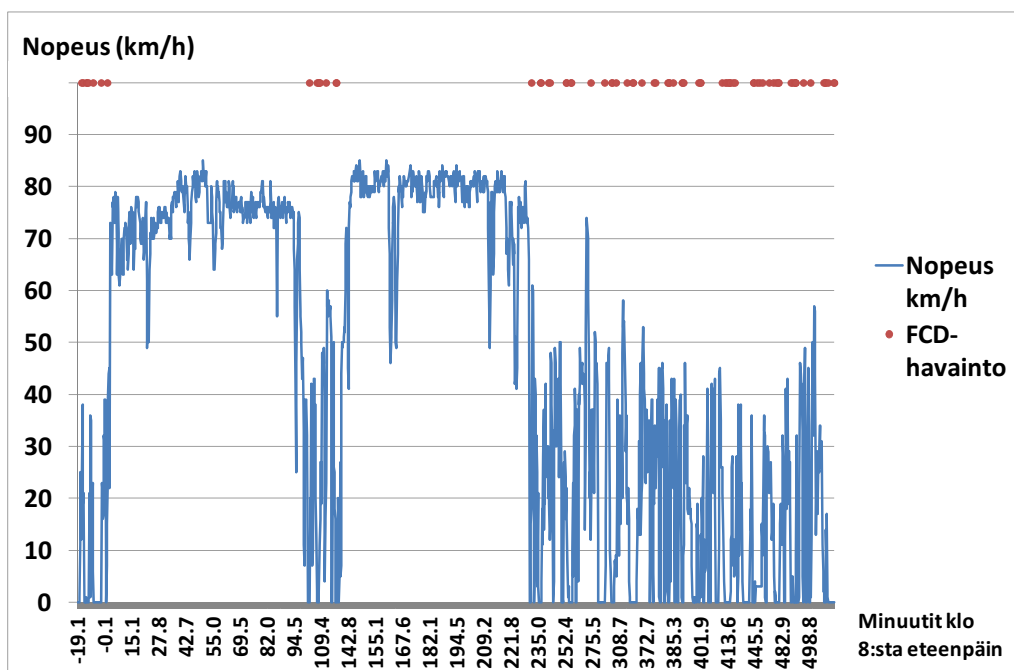
Keliolosuhteet talvikaudella 2013–2014 olivat hyvin epäotolliset testin suorittamiselle. Koko talvikauden aikana ei ollut ainuttakaan lumimyräkkää, joka olisi ajoittunut arkipäivälle sellaiseen ajanhetkeen, jolloin FCD-ajoneuvot olivat liikkeellä. Tästä huolimatta seurantoja yritettiin muutamaaan kertaan olosuhteissa, joissa nähtiin mahdollisuudet liukkailla olosuhteilla. Keleihin ja tekniikkaan liittyvien haasteiden vuoksi relevantteja liukkaan kelin seurantoja ei kyetty tekemään.

5.3 Talvikauden 2014–2015 testit

Talvikaudella 2014–2015 testit jatkuivat yksittäisen Itellan ajoneuvon seurantoina, joissa keskityttiin pelkästään ESC:n analysointiin. ESC:n lukemiseen käytettiin FMS-väylästä jälleen eri muuttujaa kuin aiemmin. Seurantaan otettiin myös mukaan ns. ESC-mittaristovalon videointi, jolla haluttiin varmistua siitä, että FCD-ajoneuvolaite rekisteröi ne samat tilanteet, jolloin myös mittaristovalo välähti.

Mittaristovalon videoanalyysi paljasti, että esc-valo aktivoitui huomattavasti harvemmin kuin FCD-ajoneuvolaitteen välittämä esc-tieto. Kaikki valohavainnot osuivat kuitenkin varsin samoihin ajanhetkiin, jolloin FCD-ajoneuvolaite oli välittänyt ESC-tietoa. Tämän lisäksi FCD-ajoneuvolaite välitti kuitenkin runsaasti tietoa sellaisista ESC-aktivaatioista, joiden kohdalla mittaristossa oleva ESC-valo ei välittänyt lainkaan. Syytä eroon ei pystytty selvittämään. Todennäköisesti FCD-laite luki FMS-väylästä jotain ESC:hen liittyvää tietoa, joka kuitenkin jollain tavalla suodattui ennen kuin ESC varsinaisesti aktivoitui.

Sekä FCD-ajoneuvolaitteen että mittaristovalon analysoinnin perusteella huomattiin kuitenkin selvästi, että havainnot liittyivät useasti kiihdytystilanteisiin matalissa nopeuksissa (10–30 km/h). Tasaisen nopeuden maantieajossa havaintoja ei tullut. Kuvassa 7 on esitetty postiauton nopeusprofiili työpaikan aikana, sekä saman päivän aika FCD-laitteella rekisteröidyt ESC-havainnot. Yksikään havainnoista ei osunut korkean nopeuden moottoriteosuuksiin, vaikka moottoritiellä mitattiin samanaikaisesti jarrutuskitkamittarilla 0,20:n kitkoja. Jarrutuskitkamittari oli tällöin kalibroitu Liikenneviraston skaalalle. Viraston kitkavaatimus moottoriteille on 0,30.



Kuva 7. FCD-ajoneuvolaitteen rekisteröimät ESC-havainnot 30.12.2014 työpäivän aikana, sekä ajoneuvon nopeusprofiili. Kuva korostaa sitä, että havaintoja (punaiset pisteet) tulee vain pienistä nopeuksista.

Menetelmien kykyä kitkan arviointiin selvitettiin siten, että seuranta-ajojen reitit jaettiin jälkepäin 100 metrin pituisiin osuuksiin. Kullekin osuudelle laskettiin keskiarvokitka optisen kitkamittarin RCM411 perusteella. Tämän jälkeen tarkasteltiin, millaisen kitkatason "satametrisiin" rekisteröidyt ESC-havainnot osuivat. Koska FCD-laite tuotti jonkin verran havaintoja nollanopeuksissa ja hyvin pienissä nopeuksissa, on tarkasteluissa otettu mukaan vain ne FCD-laitteen rekisteröimät ESC-havainnot, jolloin havaintohetken nopeus on ollut yli 10 km/h. Taulukon 5 mukaan suurin osa sekä FCD-laitteen että mittariston ESC-havainnoista kohdistui matalampiin kitkatasoihin. Merkittävä osa RCM411:n rekisteröimästä liukkaudesta jäi kuitenkin havaitsematta.

Taulukko 5. Satametrysten kitkatasot RCM411 mittaaman kitkan mukaan. FCD-laitteen ja mittaristovaloanalyysin perusteella saatujen ESC-havaintojen määrä eri kitkatasojen satametriseillä. Aineisto perustuu 13.1.2015 ja 2.2.2015 tehtyihin seurantatesteihin. RCM411 kitka-asteikko perustuu fysikaaliseen kitkaan ja on asteikon alapäässä noin 0.10 yksikköä liikenneviraston skaalaa korkeammalla.

RCM411 kitkataso	Satametrisejä kpl	FCD-laitteen rekisteröimä ESC-havainto satametriseillä	ESC-valohavainto satametriseillä	FCD-laitteen rekisteröimien ESC-havainnon sisältäneiden satametrysten osuus	ESC-valohavainnon sisältäneiden satametrysten osuus
Alle 0.3	65	7	2	10.8 %	3.1 %
0.3-0.4	782	18	7	2.3 %	0.9 %
0.4-0.5	240	3		1.3 %	0.0 %
0.5-0.6	456	6		1.3 %	0.0 %
0.6-0.7	2064	4	1	0.2 %	0.0 %
Yli 0.7	641	3		0.5 %	0.0 %
Yhteensä	4248	41	10	1.0 %	0.2 %

ESC-havaintoihin perustuva liukkaudentunnistus ei luokittele liukkautta, vaan periaatteessa jakaa havainnot kahteen ryhmään: liukkaaseen (ESC-havainto) ja pitävään (ei ESC-havaintoa). Vastaavasti luonteva liukasarja RCM411:n kitkalle olisi 0,40, joka vastaa karkeasti Liikenneviraston skaalalla moottoriteiden kitkavaatimusta 0,30. Taulukossa 6 on esitetty havaintojen kahtiajako FCD-laitteen rekisteröimien ESC-havaintojen osalta ja taulukossa 7 vastaavasti mittaristovaloon perustuvien ESC-havaintojen pohjalta. Valo näyttäisi tulosten perusteella antavan vähemmän "turhia" havaintoja, mutta toisaalta ei huomaa liukkautta niin usein kuin FCD-laite. Sekä FCD että valo että tekevät kohtalaisen vähän vääriä liukkaushavaintoja, mutta toisaalta liian moni liukkaushavainto jää havaitsematta. Kun otetaan huomioon kuvan 7 informaatio, voidaan päätellä, että FCD-järjestelmä saattaisi busseissa indikoida kohtuullisen hyvin bussipysäkkien liukkautta.

Taulukko 6. Satametrysten liukkaushavainto RCM411 mittaaman kitkan mukaan ja FCD-laitteen rekisteröimien ESC-havaintojen mukaan. Aineisto perustuu 13.1.2015 ja 2.2.2015 tehtyihin seurantatesteihin. Taulukon mukaan RCM411 on löytänyt 847 liukasta satametriseistä, joista FCD rekisteröi 25 kpl.

		RCM411	
		Liukas	Pitävä
FCD	Liukas	25	16
	Pitävä	822	3385

Taulukko 7. Satametrysten liukkaushavainto RCM411 mittaaman kitkan mukaan ja mittaristovaloon perustuvien ESC-havaintojen mukaan. Aineisto perustuu 13.1.2015 ja 2.2.2015 tehtyihin seurantatesteihin. Taulukon mukaan RCM411 on löytänyt 847 liukasta satametriseistä, joista valo rekisteröi 9 kpl. Toisaalta valo on rekisteröinyt vain yhden liukkaan sellaisessa tilanteessa, jossa RCM411 on pitänyt keliä pitävänä.

		RCM411	
		Liukas	Pitävä
Valo	Liukas	9	1
	Pitävä	838	3400

Taulukoissa 6 ja 7 kuvattu jako sopii hyvin erilaisiin tilastollisiin tunnuslukuihin perustuvalla tarkastelulla (taulukko 8).

Taulukko 8. Havaintojen luokittelu

		RCM411	
		Liukas	Pitävä
ESC	Liukas	O_1	V_1
	Pitävä	V_2	O_2

Jaottelun perusteella voidaan laskea tunnusluvut:

$$RR = (O_1/(O_1+V_1)) / (O_2/(O_2+V_2)) \text{ (Riskisuhde)}$$

$$OR = (O_1/V_1) / (V_2/O_2) \text{ (Odds ratio)}$$

Lisäksi voidaan tarkastella pelkästään yhdenmukaisten liukashavaintojen osuutta niistä tilanteista, jolloin joko ESC-havainto tai kitkanmittaus reagoi liukkauteen. Tunnusluku on tällöin

$$\text{Yhdenmukaisten liukkaushavaintojen osuus} = O_1 / (O_1 + V_1 + V_2)$$

ja yksikäsitteisesti tunnusluku on sitä suurempi, mitä yhdenmukaisempia arvoja saadaan.

Mikäli halutaan tietää ovatko havainnot sekä liukkaista että pitävistä kohdista yhdenmukaisia, voidaan tarkastella tunnuslukua

$$\text{Yhdenmukaisten liukkaus- ja pitohavaintojen osuus} = (O_1+O_2)/(O_1+V_1+V_2+O_2)$$

$$\text{Ei yhdenmukaisten liukkaus- ja pitohavaintojen osuus} = (V_1+V_2)/(O_1+V_1+V_2+O_2)$$

Tunnusluvut on taulukossa 9 esitetty kummallekin menetelmälle. Eri tunnusluvuista voidaan todeta seuraavaa:

- Riskisuhteessa yhdenmukaisten liukkaushavaintojen osuus jaetaan yhdenmukaiset pitohavaintojen osuudella. Kun arvo on yli yhden, liukkaushavainnot täsmäävät paremmin, jos alle yhden, pitohavainnot täsmäävät paremmin.
- Odds-ratio kasvaa sekä yhdenmukaisilla liukkaushavainnoilla että pitävyyshavainnoilla, joten tunnusluku on yksikäsitteisesti sitä suurempi, mitä enemmän havainnot ovat yhdenmukaisia
- yhdenmukaisten liukkaushavaintojen osuus on luonnollisesti sitä suurempi mitä enemmän on yhdenmukaisia havaintoja ja sitä pienempi, mitä enemmän on tilanteita, joissa vain toinen vertailtavista havaintomenetelmistä havaitsee liukkautta
- yhdenmukaisten liukkaus- ja pitohavaintojen osuutta kasvattaa yhdenmukaiset havainnot ja pienentää havainnot, joiden kohdalla menetelmät ovat eri mieltä. Tässä tapauksessa prosenttiluku saa varsin korkean arvon, koska aineistossa oli varsin paljon molemmille menetelmille hyvin selkeitä pitävän kelejä
- ei yhdenmukaiset liukkaus- ja pitohavainnot ovat suorassa yhteydessä yhdenmukaisiin liukkaus- ja pitohavaintoihin. Niiden osuus voidaan laskea myös suoraan kaavasta "100 % - yhdenmukaiset liukkaus- ja pitohavainnot".

Tässä tapauksessa yhdenmukaisten liukkaushavaintojen osuus vaikuttaa hyvin käytökelpoiselta tunnusluvulta. Jotta menetelmää voitaisiin pitää luotettavana, yhdenmukaiset liukkaushavaintojen osuus tulisi olla vähintään 50 %.

Taulukko 9. Erilaisten tilastollisten tunnuslukujen arvo käytetyille menetelmille

	FCD-laitteen rekisteröimä ESC	Mittaristovaloon perustuva ESC
RR (riskisuhde)	0.76	1.12
OR (Odds ratio)	6.43	36.52
Yhdenmukaisten liukkaushavaintojen osuus	2.9 %	1.1 %
Yhdenmukaisten liukkaushavaintojen ja pitohavaintojen osuus	80.3 %	80.2 %
Ei yhdenmukaisten liukkaushavaintojen ja pitohavaintojen osuus	19.7 %	19.8 %

6 Fleetin koko

6.1 Fleetin koon tarkastelua pilotissa

Fleetin koon merkitystä on hahmotettu jäljessä olevalla analyysillä. Analyysiä varten valittiin pääkaupunkiseudun päätiestöltä satunnaisesti 5 erilaista tieosuutta. Valitut tieosuudet on esitetty kartalla kuvassa 8.



Kuva 8. Satunnaisesti valitut 5 päätieosuutta.

Taulukossa 10 on tämän jälkeen tarkasteltu valitun linjaosuuden läpi ajaneita FCD-ajoneuvoja yhden päivän aikana (13.3.2013) puolen tunnin välein. Kyseinen päivä on ollut sellainen, jolloin pääkaupunkiseudulla on kaikkiaan liikkunut 82 FCD-ajoneuvoa. Näistä suurin osa on ollut Lassila-Tikanojan roska-autoja, joiden varikko on lähellä Kehä III:n ja Tuusulanväylän risteystä.

Analyysin mukaan roska-autojen tiiviimmän operointiperiodin (klo 6–14) aikana autoja riitti keskimäärin 2–3 kappaletta jokaista tarkasteltua osuutta ja jokaista puolta tuntia kohden. FCD-kelipilotin luokkaustunnistuksen filosofiana on, että yhden ajoneuvon havaintojen perusteella ei voida tehdä merkittäviä johtopäätöksiä, mutta mikäli samasta tienkohdasta tulee lyhyellä ajanjaksolla havaintoja useasta eri ajoneuvosta, havaintoa voidaan pitää merkittävänä.

Taulukko 10. Valitun linjaosuuden läpi ajaneet FCD-ajoneuvot yhden päivän aikana .

	1	45	50A	50B	101
4:00-4:30					
4:30-5:00		1			2
5:00-5:30					
5:30-6:00		4	2	5	4
6:00-6:30	3	3	2	2	2
6:30-7:00	1	4		1	1
7:00-7:30	1	1		3	1
7:30-8:00	2		2	2	3
8:00-8:30	2	2	1	1	1
8:30-9:00	1				
9:00-9:30	1	1	1	1	
9:30-10:00	2	2	1	1	1
10:00-10:30		2	1	2	2
10:30-11:00		2		1	2
11:00-11:30	2		1	2	
11:30-12:00	5	2	2	4	1
12:00-12:30	4	2	4	4	2
12:30-13:00	2	1	3	5	2
13:00-13:30	4	1	3	2	3
13:30-14:00	6	2	4	5	3
14:00-14:30	6		3	2	2
14:30-15:00	3	2	3	5	2
15:00-15:30	3	4	2	1	1
15:30-16:00	1	2	3	3	
16:00-16:30	2		1		
16:30-17:00	1	1	1		
17:00-17:30					
17:30-18:00			1	1	
18:00-18:30		1		1	
18:30-19:00				1	
19:00-19:30					
19:30-20:00		1		1	
20:00-20:30				1	
20:30-21:00		1			

6.2 Arvio tuotantovaiheen fleetin koosta

Mikäli FCD-kelipilotin kaltainen kuljettajasta riippumaton järjestelmä kilpailutetaan, fleetin koko on syytä miettiä tarkkaan. Tarvittavaan fleetin kokoon vaikuttavat ainakin seuraavat tekijät:

- menetelmän tarkkuus: tarvitaanko luotettavan havainnon tekemiseen 1 ajoneuvo vai useampia ajoneuvoja?
- ajallinen kattavuus: tarvitaanko havaintoja viikon joka päivänä kaikilta 24 tunnilta vai pelkästään esim. yöaikaan, jolloin havaintoja saadaan niukemmin?
- kuinka isolta maantieteelliseltä alueelta havaintoja tarvitaan?
- millaiselta tiestöltä havaintoja tarvitaan, riittävätkö päätiet vai tarvitaanko havaintoja myös alemmalta tieverkolta?
- mikä on fleetin ajoneuvojen käyttöaste? Kuinka monta prosenttia fleetin ajoneuvoista on liikenteessä eri viikonpäivinä ja vuorokaudenaikoina? Kuinka monta prosenttia ajosuoritteesta tapahtuu sillä tieverkolla, josta ollaan kiinnostuneita?

Vasta kun edellä mainittuihin kysymyksiin on saatu vastaus, voidaan arvioida tarvittavan fleetin koko tapauskohtaisesti. Taulukko 10 antaa tähän arviointiin hyvää tukea.

7 Järjestelmän toimivuusvaatimukset

Testien perusteella käytetty järjestelmä ei ole sillä tasolla, että sitä kannattaisi kilpailuttaa. Mikäli kuitenkin vastaavankaltainen toimiva järjestelmä pystytään jonkun muun hankkeen piirissä kehittämään, tässä on hahmoteltu järjestelmän mahdollisia toimivuusvaatimuksia.

7.1 Tarkkuusvaatimukset

Ehdotetaan, että tarkkuustesti suoritetaan seuraamalla järjestelmällä varustettua ajoneuvoa jatkuvatoimisella kitkamittarilla varustetulla autolla normaalissa maantie-liikenteessä. Matka jaetaan satametrisiin ja sekä testattavan ajoneuvon että referenssijoneuvon tietojen perusteella satametriset jaetaan pitäviin ja liukkaisiin. Liukasrajana toimii voimassa oleva moottoriteiden kitkaraja (tällä hetkellä 0,30). Aineiston koon pitää olla sellainen, että sekä liukkaita että pitäviä satametrisiä on aineistossa yli 1000 kpl. Lisäksi olosuhteiden tulisi olla mahdollisimman tasaisesti koko kitka-skaalalle jakautuvia. Satametriset luokitellaan taulukon 12 mukaisesti.

Taulukko 12. Satametristen luokittelu

		Referenssilaite	
		Liukas	Pitävä
Mitattava laite	Liukas	O_1	V_1
	Pitävä	V_2	O_2

Taulukon perusteella lasketaan yhdenmukaisten liukkaushavaintojen osuus = $O_1 / (O_1 + V_1 + V_2)$. Todennäköisesti osuuden tulee olla vähintään noin 50 %. Tehty tutkimus ei kuitenkaan riitä tarkkojen vaatimusten luomiseen. Mikäli tässä tutkimuksessa esitettyjä testejä voitaisiin tehdä järjestelmällä, jonka tarkkuus olisi korkeampi ja tätä järjestelmää voitaisiin myös testata loppukäyttäjillä (kelipäivystäjät), saataisiin tarkemmin kuvaa vaadittavasta tarkkuudesta.

7.2 Muut toimivuusvaatimukset

7.2.1 Ajallinen kattavuus

Järjestelmän toiminnalle on asetettava vaatimukset sen suhteen, kuinka suuren osan ajasta järjestelmän on oltava täysin toimintakunnossa. Tällainen toimivuusvaatimus voisi olla, että järjestelmän on oltava täysin toimintakuntoinen 98 % ajasta välillä 1.10.–30.4.

7.2.2 Fleetin koko

Fleetin kokoa voidaan kuvata hyvin erilaisilla tunnusluvuilla:

- voidaan puhua sellaisten ajoneuvojen määrästä, jotka yleensä kuuluvat fleettiin
- edelleen voidaan tarkastella sitä, mikä on niiden ajoneuvojen määrä, jotka ovat kerrallaan liikenteessä (osa ajoneuvoista on aina huollossa, varalla yms.)

- tai voidaan puhua fleetin liikennesuoritteesta. Tämä on fleetin ajoneuvojen yhteenlaskettu kilometrimäärä vuorokauden aikana

Näistä luvuista fleetin liikennesuorite on todennäköisesti se, mistä ollaan eniten kiinnostuttu. FCD-järjestelmän on mahdollista seurata reaaliaikaisesti fleetin liikennesuoritetta. Mikäli fleet koostuu 150 hyötyajoneuvosta, näistä on todennäköisesti ehkä noin 120 kerrallaan liikenteessä. Jos yksi ajoneuvo liikkuu päivässä keskimäärin 150 kilometriä, fleetin päivittäinen suoritevaatimus voisi olla 18 000 ajoneuvokilometriä.

7.2.3 Fleetin maantieteellinen kattavuus

Olenainen osa toimivuusvaatimuksia on fleetin maantieteellinen kattavuus. Fleetin suorite tulee sitoa maantieteelliseen alueeseen. Vaatimuksena voidaan siis esittää, että fleetiltä edellytetään, että 18 000 ajoneuvokilometriä syntyy Helsingin, Espoon, Vantaan ja Kauniaisten alueella.

7.2.4 Päivitystiheys ja viiveet

Järjestelmälle on asetettava vaatimukset sen suhteen, kuinka usein yksittäiseltä ajoneuvolta välitetään tietoa käyttöliittymään. Mikäli tieto on ns. poikkileikkaustietoa, eli hetkellistä tietoa, päivitystiheyden on oltava vähintään 1 sekunti. Mikäli tieto on jatkuvaa tietoa (tieto ABS:n ja ESC:n aktivoitumisesta jää muistiin), riittää noin 5 sekunnin päivitystiheys.

Edelleen on asetettava vaatimukset sen suhteen, kuinka suuri viive saa olla havainnon syntymisen ja sen käyttöliittymässä esiintymisen välillä. Hyväksyttävä viive lienee noin 10 sekunnin luokkaa.

7.2.5 Tiedon tallettaminen

Tiedon tallettamisen suhteen on päätettävä, kuinka pitkälle historiaan käyttöliittymän tietoja on kyettävä käyttöliittymän avulla selaamaan. Sopiva aika lienee noin 2 viikkoa.

Edelleen on päätettävä onko kaikki kerätty tieto tallennettava jonnekin ja missä muodossa se tulee tallentaa. Tässä yhteydessä tulee päättää tallennettavat tiedot, tallennustiheys (1 s, 5 s, jne), sekä tallennuksen onnistumisprosentti (esim. kaikkien tietojen tallennuttava 95%:sesti).

7.2.6 Käyttöliittymä

Tarjouksessa tulee kilpailuttaa järjestelmä, joka sisältää myös käyttöliittymän. Kun sekä ajoneuvodata että käyttöliittymä tuotetaan saman tuottajakonsortion sisällä, mahdolliset yhteensopivuusongelmat jäävät konsortion ratkaistavaksi. Myös käyttöliittymälle tulee asettaa tarkat toimivuusvaatimukset. Tässä yhteydessä tulee käsitellä:

- aikaikkunavalikko
- tiedon esittämistavat ja ryhmittely
- zoomaustasot
- havaintojen yhteydessä esitettävät tiedot
- tiedot niistä ajoneuvoista, jotka ovat liikkuneet alueella, mutta joista ei ole tullut havaintoja

- käyttöliittymän tekninen sujuvuus ja viiveet
- käyttöliittymän päivittyminen
- käyttöliittymän ulkoasu
- käyttöliittymän ohjeet

7.2.7 Vikatilanteet

Vikatilanteiden osalta tulee määritellä, kuinka nopeasti järjestelmän korjaus tulee aloittaa. Digitrafficissa on vikatilanteiden osalta määritelty seuraavasti. *"Vikatilanteessa järjestelmän korjaus tulee aloittaa klo 6–22 välisenä aikana 2 tunnissa ja muulloin 4 tunnissa. Mikäli järjestelmää ei saada kuntoon 4 tunnin kuluttua virheen havaitsemisesta, on Tilaajalla oikeus saada Toimittajalta vuorokausihintaa vastaava hyvitys jokaiselta alkavalta vuorokaudelta.*

Järjestelmä lähettää vikailmoitukset sähköpostitse Tilaajan yhdyshenkilölle ja Digi-Trafficin yhteyshenkilölle. Ilmoituksessa annetaan myös arvio vian korjausajasta. Jos vian korjaus kestää yli 4 tuntia, tilanteesta annetaan väliaikatietoja vähintään 4 tunnin välein. Kun vika saadaan korjattua, lähetetään tästä ilmoitus". Nämä vaatimukset on tietyin muutoksin sovellettavissa myös FCD-kelipilottiin.

7.2.8 Help Desk

Toimittajalta tulee edellyttää, että toimittaja ilmoittaa yhteystiedot, joita käytetään ongelmatilanteissa. Digitrafficin toimivuusvaatimuksissa edellytettiin, että Help Desk vastaa kyselyihin kello 6–22 välisenä aikana puhelimitse 15 minuutissa ja sähköpostitse 60 minuutissa.

8 Yhteenveto ja johtopäätökset

Kattava teiden ja katujen kelinseuranta edellyttää, että kelitietoa voitaisiin kerätä tietyllä verkolla liikkuvien ajoneuvon avulla. Perinteisten kitkamittarien ongelma on kuitenkin siinä, että ne edellyttävät niiden käyttöön perehtyneen kuljettajan sekä erityisen mittausauton. Tällöin kelinseurannasta tulee huomattavan kallista, koska mittauksesta syntyy merkittäviä henkilö- että ajoneuvokuluja. Lisäksi itse mittalaitteen hankintakulut voivat olla kohtalaisen merkittävät. Optimaalinen liikkuva kelinseurantajärjestelmä syntyykin siten, että itse mittalaite toimii täysin automaattisesti ja on täysin huoltovapaa. Tällöin mittalaitteen kuljettajalle ei tarvitse maksaa mittauksesta lainkaan. Jos lisäksi mittalaite ei maksa paljoa ja se on edullinen asentaa, voidaan saavuttaa suureen fleettiin perustuva liikkuva kelinseurantajärjestelmä varsin kohtuullisin kustannuksin.

Tässä raportissa kuvatus FCD-kelipilotin tavoitteena on ollut testata ajoneuvojen ABS- ja ajovakaudenhallintajärjestelmien hyödyntämistä liukkaudentunnistuksessa. Edelleen projektin tavoitteena on ollut testata menetelmälle soveltuvaa käyttöliittymää sekä kerätä loppukäyttäjien kokemuksia tällaisesta palvelusta. Lopullisena tavoitteena on suunnitella ja toteuttaa järjestelmän kilpailutus, mikäli järjestelmä osoittautuu toimivaksi.

Ensimmäisenä tutkimustalvena 2012–2013 projektissa kyettiin rakentamaan noin 150 ajoneuvon joukko (fleet), joihin asennettiin FCD-ajoneuvolaitteet. Täysin itsenäisesti toimivat laitteet lukivat ajoneuvon CAN-väylää. Lisäksi laitteissa itsessään oli gps-paikannin, kello ja datan lähetysominaisuudet. Laitteet kykenivät siis lähettämään aikaan ja paikkaan sidottua tietoa ABS- ja ESC-järjestelmien aktivoitumisesta.

Ajoneuvojoukko koostui Itellan postinkuljetusautoista, Lassila-Tikanojan roska-autoista ja Pohjolan Liikenteen linja-autoista. Suurin osa ajoneuvoista operoi pääkaupunkiseudulla, yleensä arkipäivisin päiväaikaan.

Talven 2012–2013 aikana valmistui myös ensimmäinen versio projektin käyttöliittymästä. Karttapohjalla toimiva käyttöliittymä esitti reaaliaikaisesti sen, missä ja milloin ajoneuvojen ABS- ja ESC-järjestelmät olivat aktivoituneet. Havaintoja oli mahdollista zoomata niin, että karkeammalla tasolla käyttöliittymä näytti havaintojen määrän tietyllä alueella. Vastaavasti lähemmäs zoomattaessa kyettiin tarkastelmaan jopa yksittäistä havaintoa. Havaintojen aikaikkunaa oli myös mahdollista säätää niin, että oli mahdollista tarkastella joko aivan äskettäisiä havaintoja tai pidemmän aikavälin havaintoja. Käyttöliittymää kehitettiin edelleen syksyllä 2013.

Kun järjestelmä oli tammi-helmikuussa 2013 saatu käyntiin, valittiin joukko potentiaalisia loppukäyttäjiä järjestelmän koekäyttäjiksi. Yhteensä 10 koekäyttäjää koostuivat pääosin liikenne- ja kelikeskusten päivystäjistä. Lisäksi ryhmään kuului yksi aluevastaava. Koekäyttäjät käyttivät palvelua maaliskuun 2013 ajan. Kun koekäyttäjät haastateltiin kokeilujakson jälkeen, heiltä saatiin lukuisia rakentavia kehitysideoita. Lisäksi käyttäjät tuntuivat suhtautuvan palveluun pääosin myönteisesti. Joka toinen koekäyttäjä piti erittäin todennäköisenä sitä, että olisivat jatkaneet palvelun käyttämistä, jos se olisi koekäyttäjän jälkeen ollut mahdollista. Palautetta voi pitää varsin myönteisenä, kun muistetaan, ettei järjestelmä ollut koekäytön aikana vielä täysin valmis.

Kevättalven 2013 aikana suoritettiin pääkaupunkiseudulla liukkaiden keliä aikaan kitkamittauksia jarrutuskitkamittareita ja optista kitkamittaria hyväksi käyttäen. Mittausten avulla pyrittiin selvittämään, miten hyvin FCD-ajoneuvojen ABS- ja ESC-järjestelmien aktivoituminen korreloi kitkamittaushavaintojen kanssa. Näiden mittausten perusteella pystyttiin osoittamaan, että ABS-järjestelmien aktivoituminen korreloi erittäin hyvin liukkauden kanssa. ABS-havaintojen ongelma oli kuitenkin siinä, että niitä syntyi lähinnä pienissä nopeuksissa risteyksissä ja liittymissä, eli toisin sanoen tilanteissa, joissa ajoneuvoa yleensä jarrutetaan. ABS-havaintojen perusteella ei kuitenkaan juuri saatu tietoa pidempien linjaosuuksien kitkatasosta.

Kevättalven 2013 testien aikana rekisteröityjen ESC-havaintojen etuna oli, että ESC-havaintoja saatiin myös risteysien ulkopuolelta. Valitettavasti näitä havaintoja tuli runsaasti myös täysin kuivina, lämpiminä ja pitävinä päivinä. Vaikka aineistoa analysoitiin hyvin monella eri tavalla, ei kyetty löytämään menetelmää, jolla olisi voitu suodattaa pitävän kelin ESC-havainnot pois.

Talvella 2013–2014 etelässä oli hyvin kuivat ja lämpimät kelit, eikä tarvittavia testejä pystytty tekemään.

Talvella 2014–2015 testejä jatkettiin seuraamalla FCD-lisälaitteella varustettua ajoneuvoa kitkamittarein varustetulla ajoneuvolla. Testeissä tarkasteltiin vain ESC-havaintoja ja tämä tehtiin uuden FMS-väylän muuttujan kautta. Testien tulokset olivat ESC:n osalta lupaavampia kuin kevättalven 2013 testit, ESC-havaintoja tuli suhteessa enemmän liukkaammista olosuhteista kuin pitävistä. Havaintojen suurin ongelma kuitenkin oli, että havainnot syntyivät pääosin matalilla nopeuksilla kiihdytystilanteissa. Hyvin liukaskaan päätie, jota ajettiin tasaisella nopeudella, ei tuottanut lainkaan ESC-havaintoja. Testeissä seurantareitit jaettiin 100 metrin osuuksiin. Sekä ESC-havaintojen että kitkamittauksen perusteella osuudet jaettiin liukkaisiin ja pitäviin. Liukasrajana pidettiin moottoriteiden kitkavaatimusta 0,30. Testien mukaan yhdenmukaisten liukkaushavaintojen osuus oli alle 3 %.

Testien yhteydessä ESC-havaintoja kerättiin sekä FCD-lisälaitteen avulla, että kohdeauton mittaristoaloja (ESC-merkkivalo) analysoimalla. Vertailun perusteella havaittiin, että FCD-lisälaite tuotti huomattavasti enemmän ESC-havaintoja kuin ESC-merkkivalo, kuitenkin niin, että aina ESC-merkkivalon syttymisajankohtana saatiin FCD-lisälaitteen tuottamia havaintoja. Edellä kuvatut ongelmat ja tulokset liittyivät kuitenkin kumpaankin menetelmään.

FCD-kelipilotissa testattu menetelmä ei tuottanut kyllin laadukasta liukkaustietoa, jotta se voitaisiin kilpailuttaa. Tehtyjen testien perusteella kyettiin kuitenkin luomaan tarkkuus- ja toimivuusvaatimukset sellaista tilannetta varten, että vastaava järjestelmä jonkin muun projektin yhteydessä kyettäisiin luomaan. Ajoneuvojen tietoväylien hyväksikäyttöön sisältyy sellaisia mahdollisuuksia ja hyötyjä, että tähän perustuvan liukkaudentunnistusjärjestelmän läpimurto tapahtuu todennäköisesti viimeistään 2020-luvulla.

Vaikka projektissa ei kyetty luomaan tyydyttävästi toimivaa järjestelmää, projektin ansiot ovat silti kiistattomat. Projektissa pystyttiin laaja-alaisesti testaamaan ja hahmottamaan nykyaikaisen liikkuvan kelinseurantajärjestelmän toimivuutta ja vaikuttavuutta tiedon tuottamisen, keräämisen ja jakamisen kautta aina loppukäyttöön asti.

Projektissa luotu toimintamalli oli sinänsä hyvin toimiva ja käyttöliittymäkehityksessä luotu periaate selkeä ja havainnollinen. On hyvin todennäköistä että vastaavanlainen järjestelmä tullaan kilpailuttamaan lähivuosina. Tällaisen järjestelmän laadun arvioinnissa tässä tutkimuksessa kehitetyt testit ovat avainasemassa. Toimiva järjestelmä tulee kuitenkin todennäköisesti edellyttämään ajoneuvon tietoväylien standardoinnin kehittymistä. Tämä kehitys onkin jo kansainvälisesti hyvässä vauhdissa.

Lähteet

Malmivuo, Mikko; Kallio, Mikko; Tapio, Juha; Mäkinen, Tapani 2005: Liikkuvan kelinseurantajärjestelmän nykytilanne ja kehitysnäkymät. Tiehallinto, Helsinki. 55 s. + liitt. 3 s. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja : 31/2004

Malmivuo, Mikko 2010: Paljon ajavien tienkäyttäjien hyödyntäminen kelinseurannassa. Vaikuttavuusselvitys. Liikenneviraston sisäinen raportti. 26 s. + liitt. 3 s.

Abstract

FCD road weather pilot

Mikko Malmivuo

1 Background and objective

The aim of the project was to test the possibility to utilize vehicles anti-lock-system (ABS) and electrical stability control (ESC) for slipperiness detection. The project objectives were following:

- to develop a method for registering ABS- and ESC-activation in combination with GPS-location and time
- to build a fleet of 150 utility vehicles having an installation able to read and transfer the ABS and ESC information
- to transfer the data real time and wirelessly to a central database
- to build an user interface to present the ABS and ESC activations on digital map
- to estimate the usefulness and value of the service for potential customers
- to estimate the accuracy of the method
- to create functionality and accuracy demands if this system or any corresponding system achieves a level when there is a need to tender out the system.

The abbreviation "FCD" comes from words "Floating Car Data".

2 The system and the fleet

The core of the system was a "plug and play" type small electrical FCD-vehicle device. The device was very easy to install and had subsequent characteristics:

- device included GPS-sensor and was able to register GPS-coordinates real time
- device included wireless data communication capabilities and was able to transfer all the gathered data real time
- device read the information in FMS-buss as programmed. The main target was to register ABS and ESC activation.
- the programming of the device could have been made wireless without the need to be connected the device physically
- the device was totally autonomic and independent. The vehicle driver didn't need to know the existence of the device.

The vehicle fleet met 2 needs:

1. The vehicle type was such that vehicle manufacturer where willing to reveal the information in the FMS-bus
2. The vehicles were in active (commercial) use, operated in south of Finland and the companies were willing to take part in the project. The size of the fleet was 150 vehicles. The final fleet comprised of three different kind of vehicles: garbage trucks (84), post vehicles (47) and buses (19).

3 User interface

The purpose of the user interface was to present the gathered ABS and ESC activation information on the map (Figure 1). The interface had to be able to show good overall picture, but on the other hand, be able to allow examining even single observations (Figure 2).

The characteristics of the interface were for example:

- possibility to select the time window (observations for last 20 minutes, 60 minutes, 3 hours etc)
- possibility to limit the observation to a certain winter maintenance class or vehicle category
- three different zooming levels
- the amount of observations and FCD-vehicles in certain time window or in certain zoom level

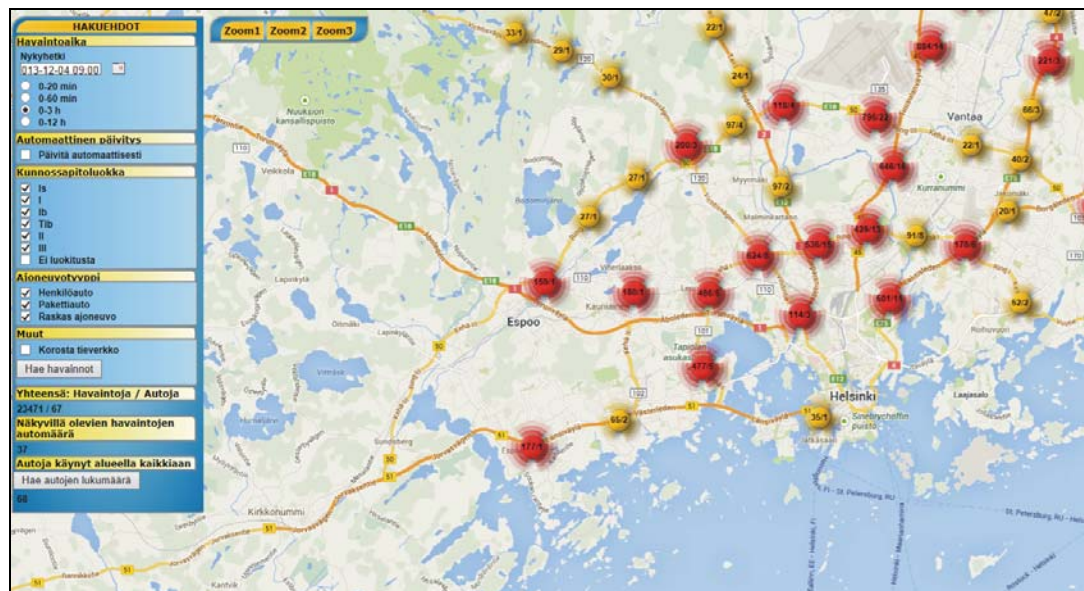


Figure 1 FCD user interface.



Figure 2. FCD user interface. Transition from broader map area to more local area, all way to single observations and single observation data.

4 User experience

A group of road weather duty officers, traffic duty officers and area supervisors acted as test user of the system. Almost all of the users thought the user interface was easy to use and understand. Half of the users said, that they would like to use the service also after the test period. Users gave also criticism. They said it would be more useful if there will be more observations in the night time, when there is more difficult to achieve road weather information. The users also said, that observations in the high class road tells them, that winter maintenance is late. The observations cannot be used as operational tool, because maintenance should always be based on predictions.

5 Accuracy of the system

The accuracy of the system was tested first time in the spring 2013 by comparing the observations with friction measurements (Figure 2). The first results were:

- ABS-observations had good correlation with slipperiness, but those observations were only achieved in low speeds and usually in intersections were cars tend to brake.
- ESC-observations were also achieved in higher speeds, but those observations had poor correlation with slipperiness.
- Because we wanted to achieve slipperiness information also outside the intersections and from the higher speed road sections, we wanted to concentrate on ESC-observations.

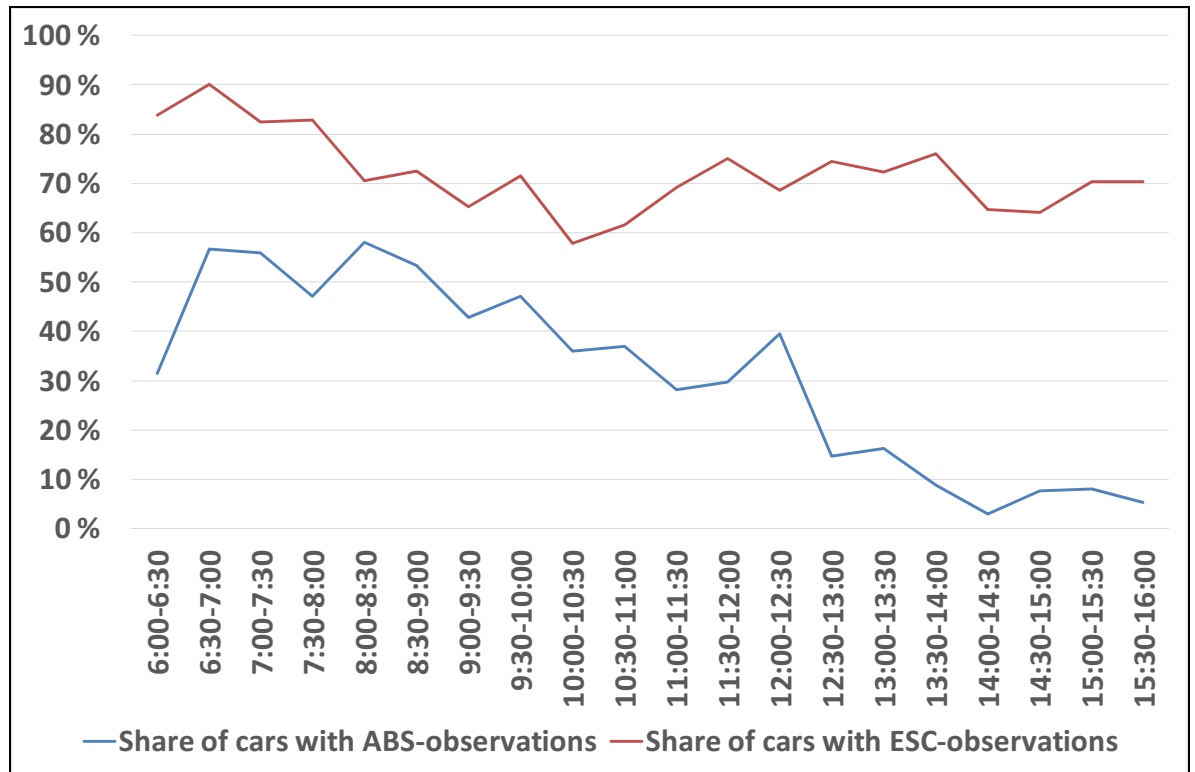


Figure 2. Share of FCD-vehicles with ABS and ESC observation in 13.3.2013, when the morning was slippery, but in the afternoon not slippery.

The winter 2013–2014 were very warm and dry, so any remarkable further results were not achieved. During the winter 2014–2015 we decided to make tests by studying single vehicles by driving with friction meter cars behind FCD-vehicles. During the tests we used different ESC information from the FMS-bus. We also wanted to know, how well this information correlates with the ESC-warning light signal in the dashboard, so we put a camera registering the warning light.

According to results, every time we saw ESC warning light flashing in the dashboard, we also got ESC observation from the FCD-device. But, we also get a lot of additional ESC-observations from the FCD-device, when the warning light was off all the time. When we analyzed the data, we divided afterwards the test routes into 100 meter road sections and calculated average friction for every 100 meter by optical friction meter RCM411. As seen from the table 1, most of the ESC-observations were got in the lower friction situations. But on the other hand, there were a lot of low friction situations, when we got no ESC-observations at all.

Table 1. ESC observations and friction level. Data divided into 100 m long road sections.

RCM411 friction level	Number of 100 m long road sections	ESC observation (from the FCD device) in the 100 m long road section	ESC dashboard light observation in the 100 m long road section	The percentage of 100 m sections with ESC observations (from the FCD-device)	The percentage of 100 m sections with ESC dashboard light observations
Below 0.3	65	7	2	10,8 %	3,1 %
0.3-0.4	782	18	7	2,3 %	0,9 %
0.4-0.5	240	3		1,3 %	0,0 %
0.5-0.6	456	6		1,3 %	0,0 %
0.6-0.7	2064	4	1	0,2 %	0,0 %
Over 0.7	641	3		0,5 %	0,0 %
Sum	4248	41	10	1,0 %	0,2 %

After analyzing the data more deeply, we realized that we still got too few observations from the higher speeds (figure 3). The ESC-observations were most commonly achieved from high acceleration situations.

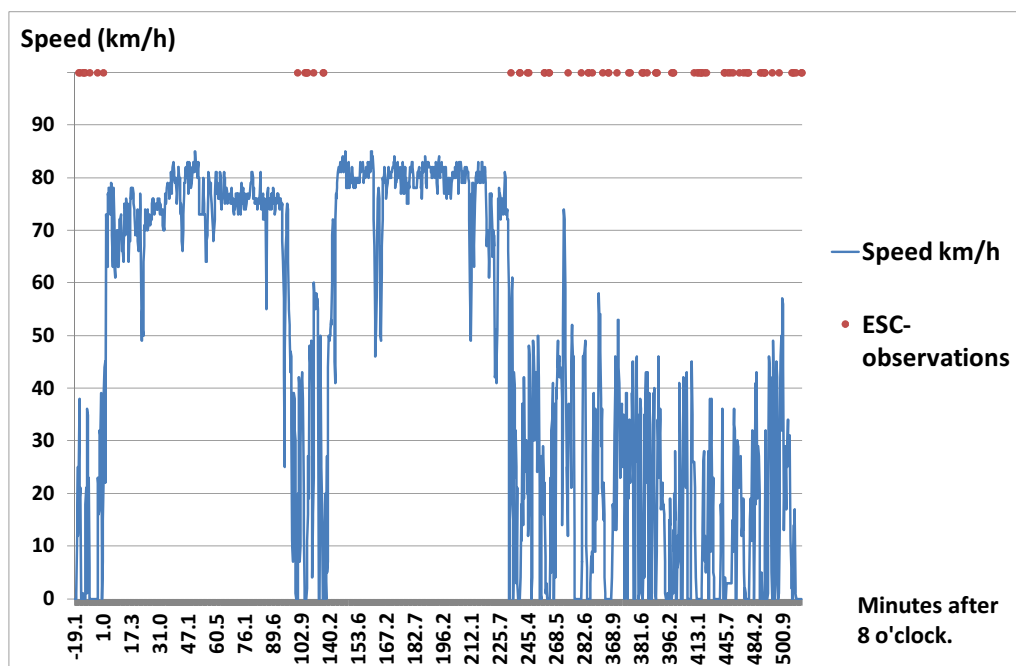


Figure 3. Speed and ESC-observations by FCD-device during a test drive. Motorway (speed area 70-80 km/h for a truck) was extremely slippery, but all the ESC-observations (red dots) were achieved from lower speeds.

The friction level of Finnish motorways equals RCM411 level 0,40. We wanted to use this friction level to divide the material in two categories: slippery and not slippery (Tables 2 and 3).

Table 2. Slipperiness analyzed by ESC from FCD device and by RCM411. The numbers are amount of 100 meter road sections.

		RCM411	
		Slippery	Not slippery
ESC from FCD device	Slippery	25	16
	Not slippery	822	3385

Table 3. Slipperiness analyzed by ESC warning light and by RCM411. The numbers are amount of 100 meter road sections.

		RCM411	
		Slippery	Not slippery
ESC from warning light	Slippery	9	1
	Not slippery	838	3400

This division is suitable for several statistical analyses (table 4).

Table 4. Division for statistical analysis

		Reference device	
		Slippery	Not slippery
Measured device	Slippery	O_1	V_1
	Not slippery	V_2	O_2

In the basis on used data division we can calculate subsequent statistical indicators:

- Risk ratio $RR = (O_1/(O_1+V_1)) / (O_2/(O_2+V_2))$
- Odds ratio $= (O_1/V_1) / (V_2/O_2)$ (Odds ratio)
- The share of consistent slippery observations $= O_1 / (O_1 + V_1 + V_2)$
- The share of consistent slippery and nonslippery observations=S when braking in intersections and ESC after accelerating after intersections. Neither of these systems seemed to activate when using high constant speeds in slippery conditions.

The study included a fleet of 150 vehicles and user friendly user interface to monitor the ABS and ESC observations. The end user tests revealed that there is clear need for this kind of service. However, it was obvious that this information is especially needed for night time, when there is usually less driver feedback.

The accuracy of the pilot system was not satisfactory. Therefore the system will not be tendered out. However, it is highly possibly that more accurate system from another research project will be reality in the future. Therefore functionality and accuracy demand for similar kind of system were created. The accuracy test include, that an vehicle with a friction meter will follow the tested vehicle. The route will be divided into 100 meter road sections after the tests. After that, all the 100 meters will be divided into slippery and non-slippery sections, according to tested vehicle a friction

meter vehicle. The share of consistent slippery observations shall be over 70 %. In this pilot, it was under 3 %.

Although this pilot was not able to produce a desirable system, the achievements of the projects are indisputable. The pilot was able to broadly test the functionality and effectiveness a modern moving road weather monitoring by producing, collecting and sharing the information and collecting the end user experiences.

Finnish Transport Agency is waiting the progression of the international CAN-bus standardization. The procurement of the corresponding system will be actual on 2017.

7 Acknowledgements

The leader of the project was Jouni Sintonen from Telia-Sonera. The pilot was funded by Finnish Transport Agency. Kari Hiltunen and Esko Hätälä were the project liables from the agency. Indagon Ltd programmed and mounted the FCD vehicle devices. Matti Lankinen was the main contractor from Indagon. Infotripla Ltd created the user interface. Juha Laakso leaded the interface team in Infotripla. Mikko Malmivuo from Innomikko Ltd assessed the quality of the system. Lassila-Tikanoja, Itella and Pohjola Traffic where the companies who gave the permission to use their vehicles in the project.

